

L'astronomie dans le monde

Collision dans le Dragon

Selon un communiqué CNRS

La galaxie spirale NGC 5907, dans la constellation du Dragon, serait née d'une collision-fusion majeure survenue il y a 8 à 9 milliards d'années.

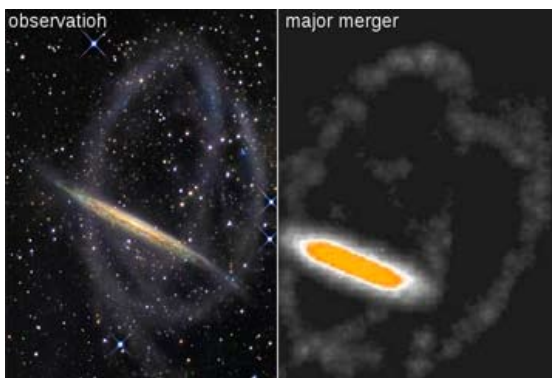
De nombreuses collisions ont perturbé l'évolution des galaxies, telles que la Voie Lactée, depuis l'aube de l'univers. Environ la moitié des galaxies spirales actuelles auraient ainsi subi des épisodes de collision-fusion majeure au cours des neuf derniers milliards d'années. La galaxie vue de profil NGC 5907, à environ 45 millions d'années-lumière de distance, dans la constellation du Dragon, fait partie de celles-là. Elle revêt un aspect effilé de « lame de couteau » car elle est vue par la tranche et dépourvue de bulbe central prééminent :

Comparaison de la galaxie NGC 5907 du Dragon (à gauche) et du résultat de la simulation (à droite). Dans l'un et l'autre cas, on obtient une galaxie spirale vue de profil entourée de quatre boucles de matières, signature de la collision-fusion.

(Jay Gabany, cosmotography.com /Observatoire de Paris/CNRS/Pythéas/NAOC)

ce type de galaxies dominées par leur grand disque semblait, jusqu'ici, plutôt difficile à produire via des fusions majeures de galaxies.

Les images très profondes à grand champ réalisées depuis 1998 révèlent un astre entouré d'un système complexe de courants, d'arches et de boucles géantes de matière qui retombent sur lui. Le phénomène dessine une rosette ténue autour de la galaxie. Il constituerait l'empreinte fossile de la rencontre à l'origine de NGC 5907. Durant 18 mois, des chercheurs ont étudié ceci de manière intensive à l'aide de simulations hydrodynamiques mettant en œuvre de 200 000 à 6 millions de particules afin de comprendre la formation des structures. Elle s'explique si l'on suppose que l'astre a



été engendré par la collision de deux galaxies spirales de taille assez comparable, l'une étant probablement 3 à 5 fois plus massive que l'autre.

Aujourd'hui, de nombreuses galaxies spirales de l'univers local possèdent de telles structures étendues, peu lumineuses et rougies dans leur halo périphérique. Autour de NGC 5907 du Dragon, les boucles se prolongent jusqu'à 150 000 années-lumière de part et d'autre du disque : une distance comparable au diamètre de la galaxie. Les traînées incurvées se composent des étoiles arrachées lors de la rencontre par les forces de marées. Les astronomes sont parvenus à reproduire ces structures par le calcul avec un disque mince gauchi, entouré de quatre boucles géantes.

Cette étape représente un test des scénarios cosmologiques de formation et d'évolution de l'univers. Parmi ceux-ci, le modèle hiérarchique stipule que les galaxies se seraient assemblées par fusion et acquisition de briques successives.

Jusque-là, la morphologie torturée du voisinage de la galaxie spirale du Dragon semblait davantage due à la collision mineure d'une galaxie spirale principale et d'un petit compagnon ou satellite, des centaines ou des milliers de fois moins massif. À la lumière des simulations, cette option paraît défavorisée : aucun des modèles ne résiste à l'interprétation cosmologique. Au contraire, la galaxie de 85 milliards de masses solaires, composée à 23 % de gaz d'hydrogène-hélium et à 77 % d'étoiles brillantes, le tout baignant dans un halo de matière noire quatre fois plus massif, se serait formée par collision de deux galaxies spirales riches en gaz. La fusion de deux univers-îles d'un total de 90 milliards de masses solaires, et qui contiendraient 60 à 80 % de gaz plus 40 % à 20 % d'étoiles, serait de nature à produire la galaxie souhaitée. Les disques des galaxies initiales sont détruits par l'interaction, puis reconstruits sous forme d'un seul.

Les simulations délivrent, en outre, une prédiction concrète supplémentaire. Sur les images, d'autres boucles, plus grandes mais moins lumineuses que les quatre premières, devraient apparaître jusqu'à 300 000 années-lumière de distance. Un fait qui pourra aisément être vérifié par de prochaines campagnes d'observations à venir.

Trou noir de masse intermédiaire

En 2009 le premier trou noir de masse intermédiaire – c'est-à-dire ni stellaire, ni supermassif – était découvert dans la galaxie ESO 243-49.

C'est autour de ce trou noir dénommé HLX-1 ((Hyper-Luminous X-ray source 1) que l'on vient de détecter la présence d'un très jeune amas massif d'étoiles, en utilisant Hubble et Swift, deux télescopes spatiaux de la NASA, ainsi que de nouvelles techniques de modélisation.

On suppose que HLX-1 constituait le trou noir central d'une galaxie naine de très faible masse, entré ensuite en collision avec la galaxie massive dans laquelle il se trouve actuellement.

La galaxie ESO 243-49, où se trouve le trou noir HLX-1, vue par Hubble. (NASA/HST)

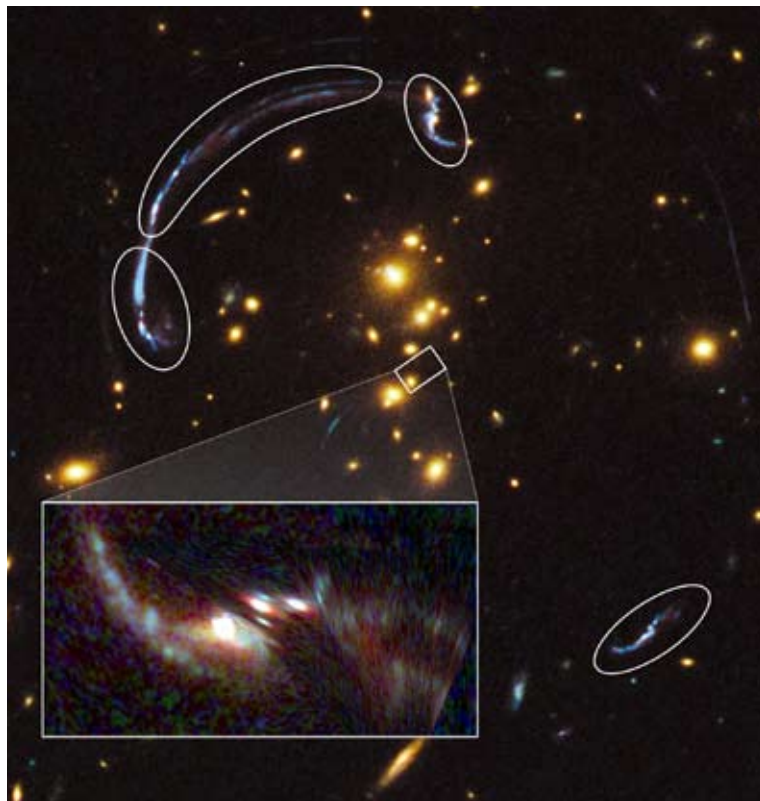




Zoom sur une galaxie lointaine

Le télescope spatial Hubble a photographié l'un des exemples les plus extrêmes d'une galaxie amplifiée et distordue par une lentille gravitationnelle dans l'amas de galaxies RCS2 032727-132623. L'image fournie est multiple, comme c'est souvent le cas avec des lentilles gravitationnelles. L'une des composantes prend l'aspect de tout un arc de 90°.

L'amas de galaxies RCS2 032727-132623 agit comme une lentille déformante sur une galaxie d'arrière plan. (NASA, ESA, J. Rigby/Goddard Space Flight Center, K. Sharon/Kavli Institute for Cosmological Physics, University of Chicago, M. Gladders, E. Wuyts/University of Chicago)



On voit en bas à gauche la reconstruction de la galaxie dont l'image a été distordue par la gravitation d'un amas de galaxies. Le petit rectangle central montre la position qu'occuperait la galaxie en l'absence de l'effet de mirage de l'amas. Les contours montrent diverses images, toutes de la même galaxie. (NASA, ESA, Z. Levay, STScI)

En 2006 les astronomes avaient utilisé le VLT de l'ESO pour mesurer la distance de l'arc et ils avaient constaté que l'image de la galaxie est trois fois plus brillante que le plus brillant des autres mirages gravitationnels connus. En 2011 ils ont utilisé la camera Wide Field 3 du HST pour obtenir des observations plus détaillées et tenter de reconstruire l'image que montrerait la galaxie en l'absence de lentille gravitationnelle.

Cette reconstruction a montré des zones de formation stellaire beaucoup plus brillantes que celles que l'on peut trouver dans notre

galaxie. Elle nous permet de voir comment les galaxies étaient il y a dix milliards d'années et comment elles ont évolué. Sans la lentille gravitationnelle, ces informations seraient inaccessibles avec les télescopes actuels. Non seulement ces galaxies éloignées sont très faibles, mais leur taille apparente interdit d'en saisir les détails.

Les astronomes pensent maintenant à l'étape suivante qui est d'analyser par la spectroscopie la lumière de différentes zones de formation stellaire de la galaxie afin de comprendre pourquoi elles sont si actives.

Les jours de Vénus s'allongent ?

Basé sur un communiqué de l'observatoire de Paris

La planète Vénus est entourée d'une épaisse atmosphère, dense et opaque, qui dissimule l'aspect de son sol au regard extérieur en lumière visible. Heureusement, le registre du rayonnement infrarouge contient quelques domaines de longueurs d'ondes étroites dans lesquels la surface de Vénus peut-être aperçue à travers le manteau gazeux de l'astre. Dès le début de la mission Venus Express de l'Agence spatiale européenne ESA, ces fenêtres ont permis au spectromètre VIRTIS (Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer) embarqué à bord de la sonde d'établir des cartes topographiques du sol vénusien. Celles-ci peuvent être confrontées aux images acquises au début des années 1990 par le radar de la sonde Magellan de la Nasa. La comparaison des deux jeux de données peut en principe mettre en évidence des anomalies locales de température, ou des phénomènes de diffusion dans la basse atmosphère.

*Vue d'artiste de Venus Express
(ESA/C.Carreau)*



Mais, surprise : cette étude a aussi révélé un léger décalage entre les cartes de Venus Express et celles de Magellan. La différence mesurée peut atteindre 20 kilomètres sur les images. La mission radar Magellan avait permis de cartographier la surface de Vénus par l'étude des ondes radio réfléchies. Au cours des quatre années d'exploitation scientifique, la sonde avait également permis de mesurer la vitesse de rotation de la surface, très lente et rétrograde. L'interprétation de cette différence est que la durée du jour a dû changer. L'écart observé est de 6,5 minutes par jour vénusien de 243 jours terrestres, soit une variation relative de 0,002 %. Ce chiffre est 50 fois supérieur à la précision de la mesure de la période par Magellan, et donc jugé fiable. D'autre part, les observations de VIRTIS/Venus Express s'avèrent en accord avec des observations radar récentes menées depuis la Terre.

L'explication la plus probable d'une telle variation tient à l'interaction entre surface et atmosphère : celle-ci est si dense que les frottements modifient la rotation selon les vents et les températures dans la basse atmosphère — le même phénomène existe sur Terre, mais combiné à l'effet des marées, il ne se traduit que par des variations de l'ordre

de la milliseconde par jour. Le haut de l'atmosphère de Vénus tourne bien plus vite que sa surface et ces frottements sont donc particulièrement importants. Une autre explication possible implique l'échange d'énergie de rotation (moment cinétique) à distance avec la Terre lors des conjonctions entre les deux planètes.

Cette mesure permet indirectement de contraindre les propriétés du noyau de Vénus : plus celui-ci est dense, de grande taille, ou solide, plus efficacement la planète devrait résister à ce type de forces.



*La Lune, suivie de Mercure et Vénus, se couche derrière le Cerro Paranal, siège du VLT de l'ESO. La lumière cendrée est bien visible à cette phase de la Lune.
(ESO/B. Tafreshi/TWAN)*

Lumière cendrée

Les astronomes ont utilisé le VLT de l'ESO pour analyser la couleur et le degré de polarisation de la lumière cendrée, c'est-à-dire de la lumière de la Terre réfléchi par la Lune, comme si la lumière provenait d'une exoplanète. Ils ont ainsi pu déduire que l'atmosphère terrestre est en partie nuageuse, qu'une partie de sa surface est recouverte d'océans et – fait capital – qu'il y a de la végétation. Ils ont même pu détecter des changements dans la couverture nuageuse et dans le volume de végétation à différents moments alors que la lumière de différentes parties de la

Terre se réfléchissait sur la Lune. Ce résultat confirme des analyses faites il y a une dizaine d'années à l'observatoire de Haute-Provence.

Cette technique pourrait s'appliquer à des exoplanètes avec la prochaine génération de télescopes géants. La lumière d'une exoplanète distante est noyée dans la lumière de son étoile et est difficile à analyser. C'est un peu comme vouloir étudier un grain de poussière à côté d'une puissante ampoule électrique. Mais la lumière réfléchi par une planète est polarisée, alors que celle de l'étoile de l'est pas. On voit donc immédiatement l'avantage d'utiliser des filtres polarisants.

Anomalies magnétiques lunaires

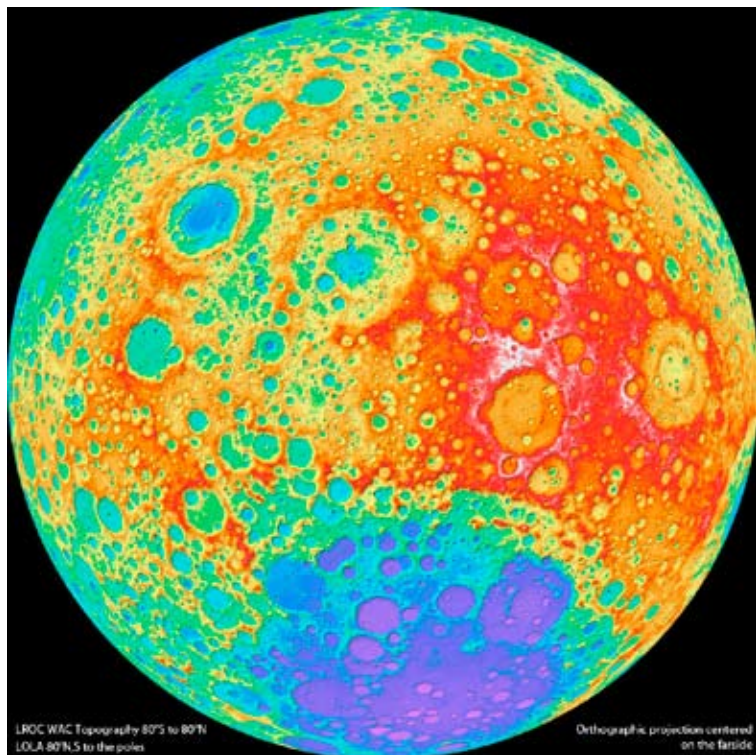
Basé sur un communiqué CNRS/INSU

Des anomalies magnétiques sur la Lune ont été découvertes au cours des missions Apollo, mais leur origine restait mystérieuse. Les roches lunaires sont très faiblement magnétiques en comparaison avec les roches terrestres et la majorité des anomalies magnétiques ne correspondent pas à des structures géologiques.

Une nouvelle étude montre que le plus grand groupement d'anomalies magnétiques sur la Lune est situé à proximité du cratère d'impact le plus important sur le bassin Pôle Sud-Aitken. Ce cratère, d'un diamètre de plus de 2000 km et légèrement allongé dans la direction nord-sud, est situé sur la face cachée de la Lune. Il se serait formé il y a plus de 4 milliards d'années.

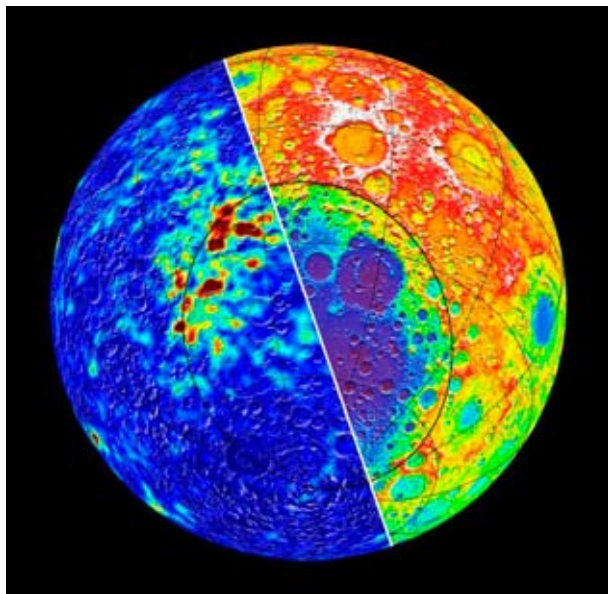
Les chercheurs ont supposé que, si un astéroïde venant du sud était entré en collision avec la Lune avec un angle d'impact oblique, des portions du projectile auraient été déposées au nord du cratère. Et si cet objet possédait un noyau métallique, comme toutes les autres planètes telluriques, de grandes quantités de fer métallique venant du projectile auraient pu acquérir une aimantation stable si un champ magnétique était présent à l'époque, et auraient ainsi pu générer les anomalies magnétiques observées.

Pour tester cette hypothèse, les chercheurs ont effectué des simulations numériques de cet impact et ont étudié la distribution

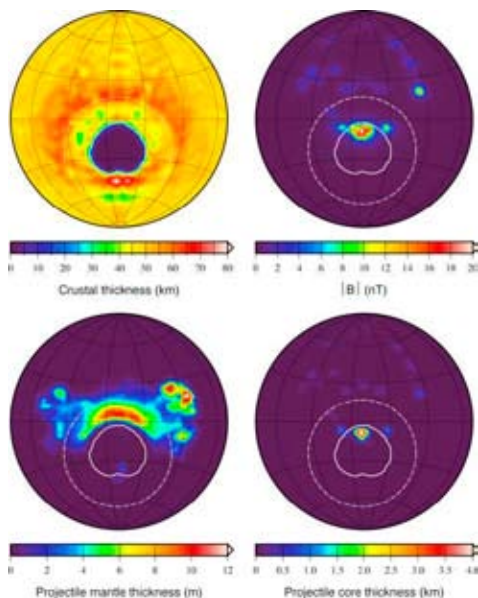


Cette image composée à partir d'observations réalisées par le LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) montre le relief de la face cachée de notre satellite. La vaste tache sombre – de faible élévation – en bas est le bassin Pôle Sud-Aitken. (NASA / GSFC / DLR / Arizona State Univ. / Lunar Reconnaissance Orbiter)

des restes du projectile à la surface de la Lune. En supposant que ces matériaux soient aimantés dans un champ magnétique dipolaire ancien, ce qui est suggéré par les études paléomagnétiques des roches lunaires, le champ magnétique résultant a été calculé. La distribution et l'intensité des anomalies magnétiques prédites sont comparables aux observations pour une large gamme de conditions d'impact et de composition de projectiles.



L'intensité du champ magnétique (à gauche) et la topographie (à droite) de la Lune centrés sur le bassin Pôle Sud-Aitken. Le projectile qui a créé ce cratère de diamètre 2 200 km et de 8 km de profondeur a heurté la Lune avec un angle oblique et une direction venant du sud. Des quantités importantes de fer métallique provenant du projectile ont été déposées sur le bord nord du bassin, qui est devenu aimanté en présence d'un champ magnétique global. Cette image montre la moitié de la surface lunaire et l'intensité du champ magnétique est superposée à la topographie lunaire.



Ce nouveau modèle de l'origine des anomalies magnétiques lunaires implique que la plupart des roches magnétisées responsables des anomalies magnétiques lunaires ne peuvent provenir de la Lune elle-même, mais sont plutôt des matériaux extra-lunaires qui ont été dispersés à sa surface. Étant donné que les grands impacts ont souvent lieu lors de l'évolution initiale du système solaire, un tel événement pourrait également expliquer l'origine des fortes anomalies magnétiques martiennes qui entourent un cratère encore plus grand que le bassin Pôle Sud-Aitken.

Résultat d'une modélisation : épaisseur de la croûte en haut à gauche, intensité du champ magnétique prédit en haut à droite, épaisseur des matériaux du manteau du projectile en bas à gauche, et du noyau du projectile en bas à droite.

Océan martien

La sonde Mars Express de l'ESA a montré la présence de sédiments dans des zones délimitées par des lignes soupçonnées d'être d'anciens rivages, ce qui fait immanquablement penser au fond d'un océan.

Les sédiments révélés par le radar MARSIS de Mars Express sont probablement composés de matériaux granuleux de faible densité résultant du travail d'érosion de l'eau.

Deux océans ont été envisagés. L'un aurait pu exister il y a quatre milliards d'années lors de conditions climatiques plus chaudes. Une autre hypothèse suppose une période d'activité géothermale intense il y a trois milliards d'années qui aurait fait fondre la glace souterraine. Ce dernier océan n'aurait duré que moins d'un million d'années avant de geler ou de s'évaporer, bien trop peu pour permettre l'apparition de la vie. Par contre le premier aurait duré beaucoup plus longtemps.

Mars Express a trouvé les traces d'un océan qui aurait pu recouvrir une partie des plaines boréales de la Planète Rouge. (ESA, C. Carreau)

Hercule par le VST

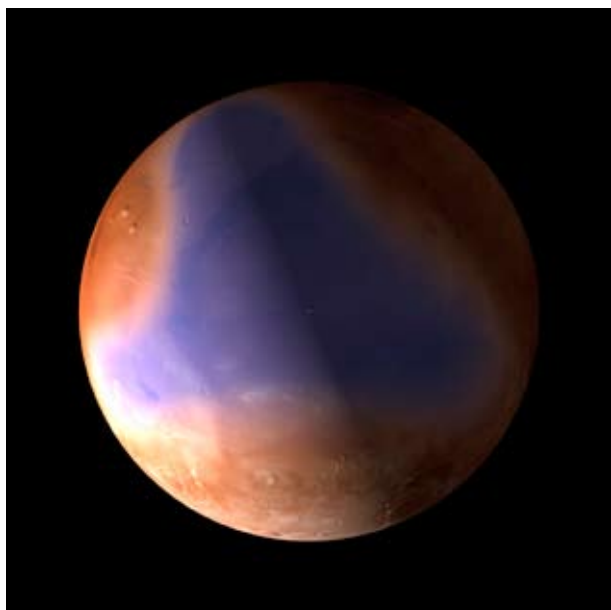
Basé sur un communiqué ESO

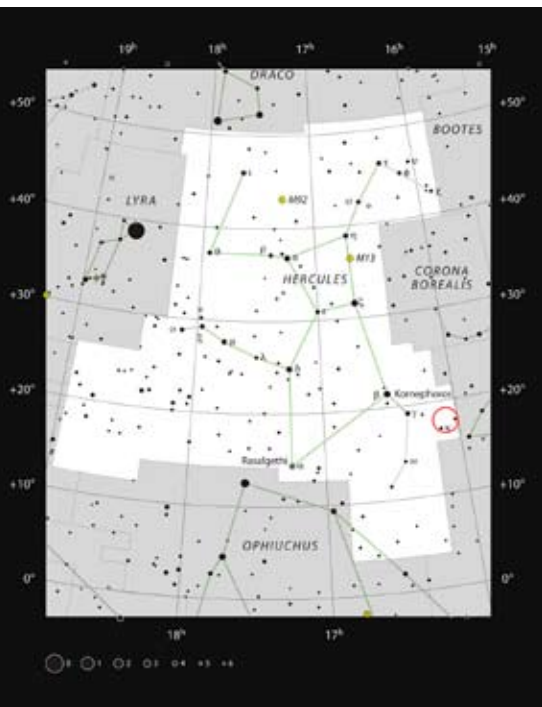
L'amas de galaxies d'Hercule (aussi connu en tant qu'Abell 2151) se situe à environ 500 millions d'années-lumière de la Terre dans la constellation homonyme. Par de nombreux points, il ne ressemble à aucun autre groupement galactique. Il a à la fois une forme plutôt irrégulière, il contient une grande variété de types de galaxies, particulièrement jeunes, des galaxies spirales à formation d'étoiles et l'on n'y voit pas de galaxies elliptiques géantes.

Cette nouvelle image a été prise avec le VST, le plus récent des équipements de l'Observatoire de Paranal de l'ESO au Chili. Le VST est un télescope dédié aux grands surveys. Il est équipé d'OmegaCAM, une caméra de 268 mégapixels qui fournit des images couvrant de larges zones du ciel. Normalement, seuls les petits télescopes peuvent photographier en une seule pose des objets aussi grands que celui-ci, mais le VST avec son diamètre de 2 m 60 n'a pas seulement un grand champ, il bénéficie également des superbes conditions du site de Paranal pour réaliser très rapidement des images très fines et très profondes.

On peut voir sur cette image des paires de galaxies qui se rapprochent intimement et s'apprêtent à fusionner pour former de plus grandes galaxies. Les nombreuses interactions et le nombre important de galaxies spirales, riches en gaz, en train de former des étoiles dans l'amas d'Hercule, font que ses membres ressemblent aux jeunes galaxies de l'univers très lointain. À cause de cette similitude, les astronomes pensent que l'amas de galaxies d'Hercule est relativement jeune. C'est un groupe de galaxies brillant et dynamique qui va évoluer un jour en un amas comparable aux vieux amas de galaxies de notre voisinage galactique.

Les amas de galaxies se forment quand de plus petits groupes de galaxies se rassemblent sous l'effet de





Localisation de l'amas de galaxies d'Hercule dans la constellation du même nom. Cette carte montre la plupart des étoiles visibles à l'œil nu dans de bonnes conditions. Seules quelques galaxies de l'amas peuvent être observées, telles que très faibles taches, avec un télescope d'astronome amateur. (ESO)

leur attraction gravitationnelle. Alors que ces groupes se rapprochent les uns des autres, l'amas devient plus compact et plus sphérique. Dans le même temps, les galaxies elles-mêmes se rapprochent les unes des autres et beaucoup commencent à interagir. Même si les galaxies spirales sont les plus nombreuses dans les groupes initiaux, les collisions galactiques déforment finalement leur structure spirale et expulsent leur gaz et leur poussière, stoppant pratiquement toute formation stellaire. C'est la raison pour laquelle la plupart des galaxies des

amas évolués sont elliptiques ou irrégulières. Une ou deux galaxies elliptiques, formées à partir de la fusion de galaxies plus petites et pleines de vieilles étoiles, résident habituellement au centre de ces vieux amas.

On pense que l'amas de galaxies d'Hercule est le fruit du regroupement d'au moins trois petits amas et groupes de galaxies qui sont actuellement en train de bâtir une plus grande structure. De plus l'amas lui-même est en train de fusionner avec d'autres grands amas pour former un superamas de galaxies. Ces regroupements géants d'amas sont parmi les plus grandes structures de l'univers. Avec son grand champ et sa qualité d'images, OmegaCAM sur le VST est idéal pour étudier la périphérie des amas de galaxies, là où se déroulent les interactions encore peu comprises entre les amas.

Cette magnifique image ne montre pas seulement les galaxies de l'amas d'Hercule, mais aussi de nombreux objets faibles et flous. Ce sont des galaxies qui sont bien plus éloignées. Plus proches de nous, plusieurs étoiles brillantes de la Voie Lactée sont aussi visibles au premier plan et il y a même quelques astéroïdes qui ont laissé de petites traînées en se déplaçant lentement sur le champ de l'image pendant la prise de vue.

Ci-contre, des extraits de l'image VST figurant dans la double page suivante où l'on voit l'amas de galaxies d'Hercule. Les nombreuses interactions et le nombre important de galaxies spirales, riches en gaz, en train de former des étoiles dans l'amas, font ressembler les membres de l'amas d'Hercule aux jeunes galaxies de l'univers lointain.

Cette nouvelle image révèle une grande variété de galaxies en interaction. Le piqué et le nombre d'objets capturés sur un degré carré en moins de trois heures d'observation confirment la grande puissance du VST et de la caméra OmegaCAM.

Cette image a été redimensionnée et ne couvre pas le champ complet du VST. (ESO/INAF-VST/OmegaCAM. Astro-WISE/Kapteyn Institute)

